意义关联的同位置成本现象：基于非靶特征及可能靶子位置的抑制*

王慧媛[1] 高玉林[1] 张 明[2,3]

([1] 吉林大学心理学系，长春 130012) ([2] 苏州科技大学心理学系，苏州 215009)

([3] 东北师范大学心理学院，长春 130024)

摘 要 采用线索化范式，建立线索和靶子及非靶项目间的意义关联，形成较强的注意抑制定势，探索基于抽象概念水平的同位置成本现象的出现条件及限制因素。实验 1 建立了基于非靶项目特征的意义水平的注意抑制定势，首次发现了意义关联的同位置成本现象。实验 2 排除了线索和非靶项目的意义关联，结果同位置成本现象消失。实验 3 作为基线实验考察了与靶子颜色语义无关的线索对视觉空间注意定向的影响，结果发现无论在哪种靶子屏情况下线索有效性的效应皆不显著。实验 4 增加了出现在不可能靶子位置的线索，发现线索出现在可能靶子位置和不可能靶子位置时对注意分配的调节情况不同。实验 5 排除了线索和非靶项目的意义关联，同位置成本现象消失且不受线索位置的影响。研究结果说明：（1）同位置成本现象可以发生在抽象的意义概念水平，受当前的注意控制定势影响；（2）相对于特征知觉关联的同位置成本现象，意义关联的同位置成本现象需要更强的注意抑制定势；（3）意义关联的同位置成本来源于对非靶特征的抑制，但仅限于可能靶子位置。

关键词 意义关联，同位置成本，注意控制定势，注意捕获，注意抑制

分类号 B842

1 前言

现实世界中某些刺激能够自动吸引注意，如伴随亮度变化的项目突然出现（突现，abrupt onset）（Yantis & Jonides, 1984）或同质项目中某一维度上特征不同的项目（特征独子，singleton）（Pashler, 1988）。刺激驱动的选择假说（stimulus-driven selection hypothesis）认

收稿日期: 2024-07-05

* 国家自然科学基金(31871092)、教育部人文社会科学研究项目（22YJC190005）、吉林省社会科学基金项目（2023C88）、吉林省教育厅人文社科研究项目（JJKH20220806SK）和吉林省教育学会课题（G210488）资助。

通信作者: 张明, E-mail: psychzm@mail.usts.edu.cn; 高玉林, E-mail: gaoyulin@jlu.edu.cn

为，具有最大物理显著性的项目将自动驱动注意的第一次转移，因此最显著的项目必然首先吸引注意（Theeuwes, 1991, 1993）。然而在某些情况下，显著的特征独子没有产生明显的注意转移现象。如在 Folk 等（1992）的研究中，两项目先后呈现、位置随机，前者称为线索，后者称为靶子，如果靶子出现在线索位置时（线索有效条件）的反应快于靶子出现在其他位置时（线索无效条件）的反应，则认为线索捕获了注意。结果发现显著的刺激并不是总能捕获注意，而是取决于是否与靶子项目具有关联，即突现线索仅在靶子也是突现刺激时捕获注意，颜色线索仅在靶子也是相同颜色时捕获注意。Folk 等（1992）将观察到的注意现象称为关联性的或有条件的注意捕获（contingent attentional capture），认为项目是否吸引注意不受其自身的显著性影响，而是由当前的注意控制定势（attentional control setting）所决定，只有符合注意控制定势的项目才会获得关注。

已有研究表明，关联性的注意捕获不仅可以发生在特征水平上，还可以发生在抽象的概念意义水平上（Goodhew et al., 2014; 王慧媛等, 2018）。比如在王慧媛等（2018）的研究中，通过线索化范式建立项目间的语义关联，并考察这种语义关联对空间注意分配的影响。结果发现，无论使用特征线索意义靶子的形式还是意义线索特征靶子的形式，与靶子不具有知觉关联而仅具有语义关联的客体也会调整当前的空间注意分配。这样的结果说明，无论是刺激的物理特征还是意义概念，其捕获注意的能力是受当前的任务要求或注意控制定势影响的，并可以达到抽象的意义概念水平。相关的研究也发现，在进行搜词任务中，搜索效率会根据任务需求受到调整，与任务一致的知觉特征或语义概念更容易吸引注意或更难被拒绝（Dampuré et al., 2014），这种现象在真实场景中也会发生（Seidl-Rathkopf et al., 2015）。

众多的研究表明，无论在生动的知觉特征水平还是在抽象的意义概念水平上，与靶子一致的项目会获得吸引注意的优先权（Folk et al., 1992; Eimer & Kiss, 2008; Goodhew et al., 2014; Huang et al., 2016; 王慧媛等, 2018），而与靶子不一致的项目对视觉空间注意分配的影响还有待更深入的研究。实际上，早在 Lamy 等（2004）的研究中就发现，当线索靶子特征不一致时线索有效条件下的反应比线索无效条件下的反应慢。相对于注意捕获的增益（benefit），特征不一致线索的注意定向效应出现了反转即成本（cost），因此这一在特征不一致且有效线索位置上靶子反应的延迟可称为同位置成本（same location cost）。Lamy 等（2004）认为同位置成本的出现是基于对特征的抑制，即被试会抑制与靶子不匹配的特征独子项目，使得对这一位置的注意分配延迟。Eimer 等（2009）的研究也发现当靶子出现在不匹配线索位置时，其注意选择成分 N2pc 出现了延迟。N2pc（N2-posterior-contralateral）是刺激呈现后 180~300 ms 在头皮后部位置出现的对侧负电位差，反映了注意资源对这个项

目的分配（Luck & Hillyard, 1994）。出现在不匹配线索位置靶子的 N2pc 成分的延迟表明感知显著但与任务无关的视觉事件触发了位置特定的抑制机制，使得随后的靶子选择受到了延迟。与关联性的注意选择一致，项目获得注意或受到抑制是受自上而下因素影响的，主观意图或当前任务可以调整注意转移，当注意控制定势有所改变或调整时，空间注意的分配也会受到相应的影响和调整。

后续同位置成本现象逐渐受到关注，同时也产生了其他解释，影响比较大的是客体档案更新（object-file updating）观点。客体档案这个概念的提出是为了解释当客体在变化（如运动）时是如何保持其感知连续性的，此时客体的不同部分或不同特征被绑定在一起并被知觉为一个变化的客体而不是多个不同的静止客体（Kahneman & Treisman, 1984）。客体档案更新理论认为，如果将出现在相同位置的特征不一致的线索和靶子看成一个特征在发生变化的客体，那么对靶子的反应延迟反映了对变化着的客体进行信息更新所导致的时间成本（Carmel & Lamy, 2014）。在 Carmel 和 Lamy（2014）研究中连续客体条件下，出现在相同位置的线索和靶子可能被视为发生连续变化的同一客体，即这一客体的一部分（线索圆圈）在线索呈现期间发生了颜色变化，而另一部分（靶子字母）在靶子呈现期间发生了颜色变化，因此在对变化后的客体（即靶子客体）进行反应时需要对客体特征进行更新加工，因此时间受到了延长，表现出线索有效条件下反应时的增加；而在不连续客体条件下，由于没有占位符的存在，线索圆圈和靶子字母被视为独立的客体，感知上既然没有变化的客体，也就不需要对其进行更新，因此在反应时上不会有所改变。基于这样的结果，Carmel 和 Lamy（2014）将同位置成本归因于客体随时间变化时对存储的关于该对象的信息进行更新所产生的成本。

在现有的同位置成本研究中，得到的都是基于知觉关联的注意选择的结果。据当前所知，还未发现意义关联的同位置成本现象，或者说，同位置成本现象是否可以发生在抽象的概念意义水平还有待研究。在王慧媛等（2018）中，当具有颜色意义的白色汉字线索与颜色靶子语义不一致时，线索有效和线索无效时的反应无差异。那么，是同位置成本现象不能通达语义概念水平，还是之前的实验设计没有达到现象出现的要求呢？实际上在王慧媛等（2018）的研究中，靶子屏中总是有红色和绿色客体，所以在线索靶子语义不一致条件下总有一个非靶项目颜色和汉字线索语义一致。比如当线索为“红”字、靶子为绿色时，非靶项目为红色、蓝色和黄色，所以实际上被试除了具有寻找绿色特征的注意控制定势外，还可能具有抑制红色、蓝色和黄色特征的注意控制定势。从这个角度看，根据特征抑制观点，此时与红色特征具有意义关联的“红”字线索是有可能导致抑制现象发生的。抑制现象之所以没有发生，可能有两种解释，一种是同位置成本不能发生在语义水平，第二种解释是此时意义关联的抑制定

势不够强大，以致在反应时上不足以反映出来。本研究试图增强抑制非靶项目特征的注意控制定势，以考察意义关联的同位置成本现象是否会出现及出现的原因。研究依然采用线索化范式，建立线索和靶子及非靶项目间的意义关联，考察与靶子意义一致或不一致线索对随后出现的靶子反应情况的影响。在调整对非靶项目特征的抑制定势的前提下，如果定势足够强大，那么可能会发现意义关联的同位置成本现象，这样的结果支持基于特征抑制的观点。如果在客体特征没有改变的前提下，即使调整对非靶项目特征的抑制定势对同位置成本也没有产生影响，那么支持客体档案更新观点。

2 实验 1：基于非靶特征抑制的意义关联的同位置成本

采用线索化范式，使用具有颜色意义的白色汉字“红”或“绿”作为线索，红、绿两种颜色作为靶子。为了使抑制的注意控制定势最强大，靶子屏中只有红绿两种颜色，即当靶子颜色为红色时，非靶颜色为绿色；反之，当靶子颜色为绿色时，非靶颜色为红色。这样，在线索靶子语义不一致条件时，线索和非靶特征具有意义关联且语义一致，被试不仅具有搜索靶子特征的注意控制定势，还具有抑制非靶特征的注意控制定势。相较于线索只与三种非靶特征中的一种具有意义关联（王慧媛等, 2018），本实验中对于与线索具有意义关联的唯一非靶特征的抑制会更加强烈。由于靶子可能出现的位置有两个，为了使线索具有同靶子一样的随机性，线索可能出现的位置也有两个。如果本实验中出现了同位置成本现象，那么说明这一现象可以发生在抽象的语义概念水平；如果没有出现同位置成本现象，那么说明这一现象可能不会发生在抽象的语义概念水平或意义关联的注意抑制还不够显著以致无法在反应时上表现出来。

2.1 方法

2.1.1 被试

实验设定关注的效应量至少为 0.07，通过计算得到 Effect size *f* 为 0.27，再设定Ⅰ类错误的概率α err prob 为 0.05，检验效能 Power（1-β err prob）为 0.80，计算样本量为 29。为了保证实验的效应，本研究所有实验的被试量至少为 30 人。共 30 名（男性 13 人，女性 17 人）大学本科生和研究生参与了实验 1，年龄为 18~24 岁（21.0±1.5 岁）。其中 2 人为左利手，其他人为右利手。所有被试母语为汉语，视力或矫正视力正常，无色盲色弱。

2.1.2 实验设备与材料

使用 22 英寸彩色显示器呈现刺激，屏幕分辨率为 1680×1050，刷新频率为 85Hz。实验程序采用 E-prime 编制，有三种基本刺激屏：注视屏、线索屏和靶子屏（见图 1）。注视屏

中央呈现一个注视加号（0.48°×0.48°），在左右两侧分别呈现一个方框（1.53°×1.53°），每个方框中央距屏幕中央 4.4°。中央注视加号为白色，外周方框为灰色(RGB: 128 128 128)，背景为黑色。在线索屏中，一个白色的汉字随机出现在某一外周方框中，汉字可能是“红”字或“绿”字。靶子屏是在注视屏的基础上改变外周方框的颜色，分别变为红色和绿色，两种颜色框位置随机。同时，每一颜色框左侧或右侧出现一个缺口，缺口位置随机。根据线索与靶子的组合情况，一共有四种条件：当靶子为红色方框时，“红”字是语义一致线索，“绿”字是语义不一致线索；当靶子为绿色方框时，“红”字是语义不一致线索，“绿”字是语义一致线索。

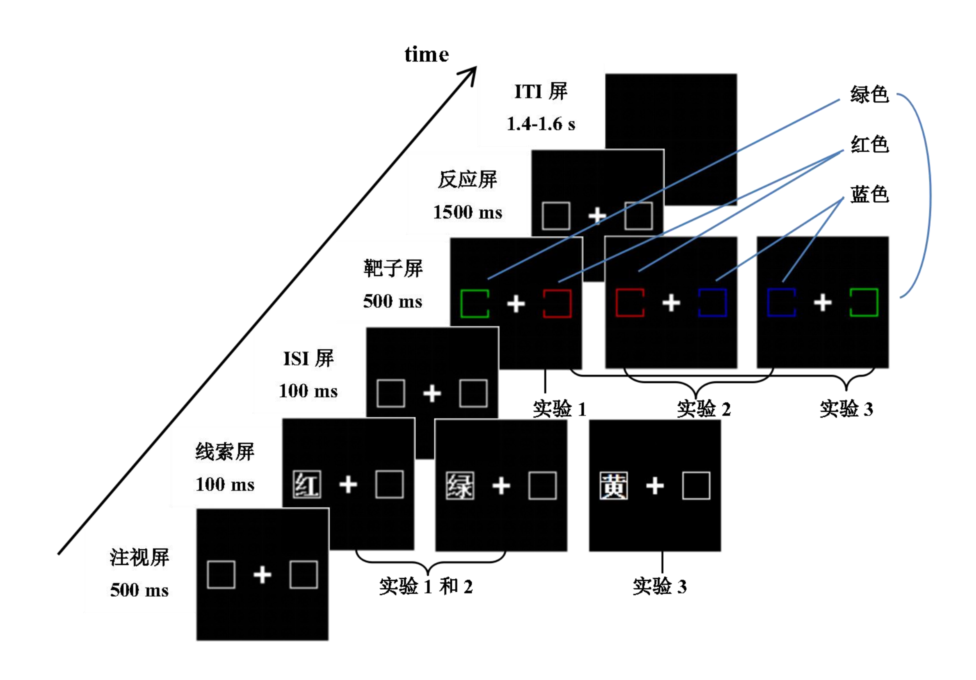


图 1. 实验 1、实验 2 和实验 3 的一个典型试次。在每个试次中，首先呈现注视屏 500 ms，然后呈现线索屏 100 ms，线索位置随机。线索屏和靶子屏的间隔 ISI 是 100 ms，最后呈现靶子屏 500 ms，靶子屏消失后 1500 ms 内被试可以进行反应。两次试次间有随机 1.4~1.6 s 的空屏 ITI。实验采用 Block 设计，根据线索与靶子的组合情况，对于每种条件线索汉字和靶子颜色均已确定。在实验 1 中，线索为白色的“红”字或“绿”字，靶子屏中包括红色和绿色方框，当其中一个为靶子时，另一个为非靶项目；实验 2 与实验 1 的不同之处在于，不同 Block 内靶子为红色或绿色方框，非靶项目总是蓝色方框；实验 3 的线索为白色的“黄”字，靶子屏包括实验 1 与实验 2 的所有形式。

2.1.3 实验程序与设计

向被试呈现指导语，确保被试了解实验流程及实验任务。被试眼睛水平距显示器 74 cm。如图 1 所示，首先呈现注视屏（包括中央注视加号和两个外周方框）500 ms，然后呈现线索屏 100 ms，刺激间隔（the interstimulus interval, ISI）100 ms 后呈现靶子屏 500 ms，靶子屏

消失后 1500 ms 内被试可以进行反应。一次试次结束后，两次试次间有随机 1.4~1.6 s 的试次间隔（the intertrial interval, ITI）空屏。由于线索和靶子出现的位置随机，靶子有一半的可能性出现在线索位置上（即线索有效），一半的可能性不会出现在线索位置上（即线索无效）。根据线索与靶子的组合情况，一共有两种任务和四种条件，每种任务包括两种条件：在红色靶子任务时，呈现“红”字是语义一致条件，呈现“绿”字是语义不一致条件；在绿色靶子任务时，呈现“红”字是语义不一致条件，呈现“绿”字是语义一致条件。实验采用 Block 设计，两种任务间顺序随机，每种任务的两种实验条件间顺序随机；线索和靶子的结合只在 Block 间变化，每一 Block 内的线索汉字和靶子颜色都已确定，被试只对特定颜色进行反应。在实验前，被试已经知晓对于线索屏的安排，但是在实验中，要求被试忽视与实验任务无关的线索。被试的任务是既快又准地判断当前 Block 内特定颜色方框的缺口位置，如果缺口在左边，用左手食指按“Z”键；如果缺口在右边，用右手食指按“M”键。如果靶子出现后 2000 ms 内没有反应，视这一试次反应错误。

实验采用 2（线索有效性：线索无效，线索有效）×2（线索靶子语义一致性：语义一致，语义不一致）的被试内设计。每个任务有 12 个练习试次，每一个实验条件有 96 个正式试次，每 32 个正式试次有一次休息，休息时间由被试自行掌握。实验共 408 个试次，正式实验每个 Block 包含 96 个试次，共约 30 分钟。

2.2 结果与分析

删除反应错误和反应时在平均数上下三个标准差外的试次，一共删除了 6.6 %的数据。对于反应时的重复测量方差分析表明线索有效性主效应显著，$F(1, 29) = 4.73, p = 0.04, \eta_p^2 = 0.14$，出现在非线索位置靶子的反应（487.7 ms）总体慢于出现在线索位置的靶子的反应（480.2 ms），反应时差异的 95%置信区间（CID）为 0 ~ 15 ms。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 29) = 1.40, p = 0.25, \eta_p^2 = 0.05$。更为重要的是，二者的交互作用显著，$F(1, 29) = 72.25, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.71$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，线索无效时的反应（494 ms）慢于线索有效时的反应（470 ms），$F(1, 29) = 31.84, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.52$，95% CID 为 16 ~ 33 ms，表明此时出现了捕获效应；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的反应（481 ms）快于线索有效时的反应（491 ms），$F(1, 29) = 6.78, p = 0.014, \eta_p^2 = 0.19$，95% CID 为-17 ~ -2 ms，表明此时出现了抑制效应（见图 2）。同时，我们考察了靶子位置、靶子颜色与实验自变量的交互作用，发现均不显著，$F\text{s} \leq 2.74, p\text{s} \geq 0.11$；靶子屏颜色特征在试次间的启动也与实验自变量没有显著的交互作用，$F\text{s} \leq 3.94, p\text{s} \geq 0.06$。

另外，对正确率进行重复测量方差分析表明，线索有效性的主效应不显著，$F(1, 29) =$

1.12, $p = 0.32$, $\eta_p^2 = 0.03$。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 29) = 1.29$, $p = 0.27$, $\eta_p^2 = 0.04$。二者的交互作用显著，$F(1, 29) = 18.37$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.39$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，线索无效时的正确率（91.5 %）低于线索有效时的正确率（94.8 %），$F(1, 29) = 14.41$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.33$，95% CID 为-5.1 ~ -1.5 %；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的正确率（94.9 %）高于线索有效时的正确率（92.6 %），$F(1, 29) = 8.55$, $p = 0.007$, $\eta_p^2 = 0.23$，95% CID 为 0.7 ~ 3.9 %（见图 2）。经计算实验显著结果的统计功效均大于 0.95。

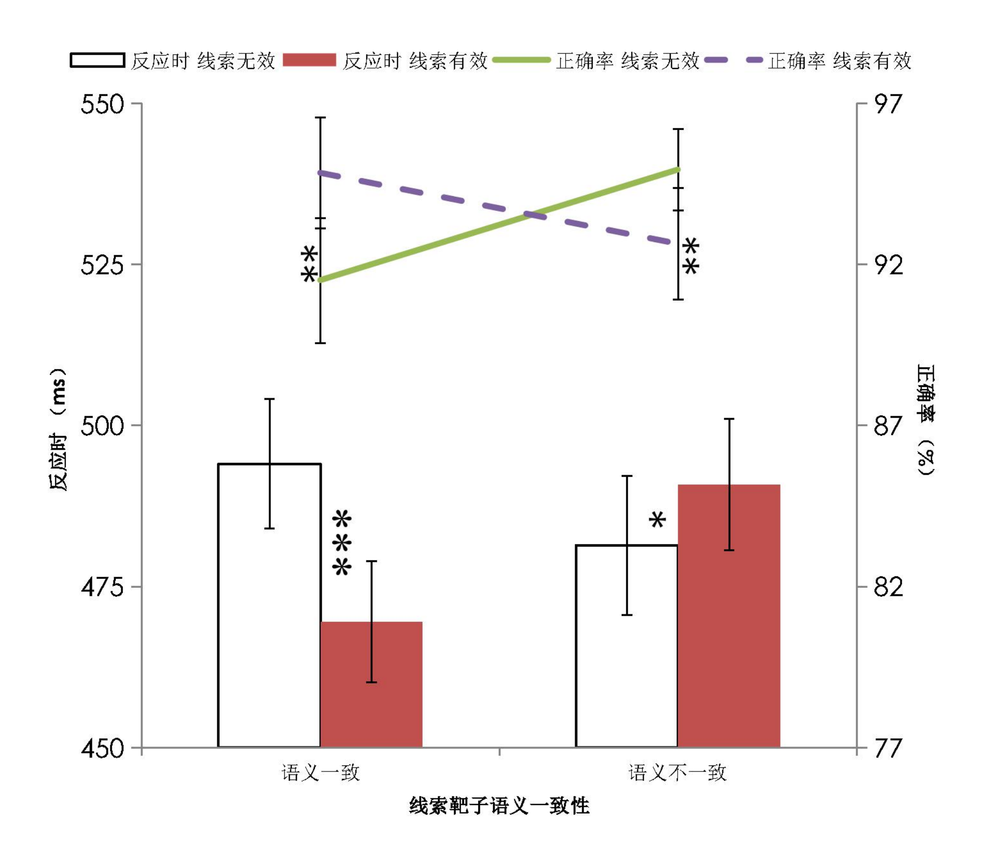


图 2. 实验 1 中线索有效性和线索靶子语义一致性的交互作用。当线索靶子语义一致时，线索无效时的反应慢于线索有效时的反应，线索无效时的正确率低于线索有效时的正确率；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的反应快于线索有效时的反应，线索无效时的正确率高于线索有效时的正确率。

*表示 $p < 0.05$，**表示 $p < 0.01$，***表示 $p < 0.001$，下同

2.3 讨论

实验 1 操纵线索有效性及线索靶子语义一致性，建立线索与靶子及非靶项目的意义关联，减少靶子屏项目数量，考察在较强抑制的注意控制定势下是否会出现同位置成本现象。结果发现，当线索靶子语义一致时出现了捕获效应，这与前人研究一致（Goodhew et al., 2014; 王

慧媛等, 2018），表明项目即使不具备靶子相关的特征而是在抽象概念水平与靶子一致，也会具有吸引注意的能力。重要的是，当线索靶子语义不一致时出现了同位置成本现象，即线索有效时的反应慢于线索无效时的反应。这是据当前所知第一次发现意义关联的同位置成本现象。由于线索和唯一的非靶项目具有意义关联，被试除了具有搜索靶子特征的注意控制定势外，还具有明确的抑制非靶特征的注意控制定势。相比较于王慧媛等（2018）中线索只和三个非靶项目中的一个具有意义关联，本实验中抑制非靶相关线索的意愿更为强烈，足以在反应时中表现出来。本实验认为同位置成本是根据当前的注意控制定势对靶子不相关项目注意抑制的结果，并且这种抑制可以发生在抽象的语义概念水平上，表现为意义关联的同位置成本现象。同时，本实验中发现的同位置成本应该不是来源于客体档案更新，因为本实验使用的线索和靶子形式与王慧媛等（2018）中是一样的，客体档案更新不受被试的主观意图影响，王慧媛等（2018）没有出现同位置成本现象，那么本实验中也不应该出现同位置成本现象。实际上，语义一致条件下线索和靶子在身份及特征上也是不同的，如果本实验中发现的同位置成本来源于客体档案更新，那么在语义一致条件下也应该出现同位置成本现象。显然，本实验中没有出现这样的结果。

3 实验 2：基于非靶特征抑制的意义关联同位置成本的消除

我们认为实验 1 发现的同位置成本现象是源于对非靶特征意义相关项目的抑制，那么当消除线索和非靶项目间的意义关联时，被试就不再具有抑制意义线索的主观因素，也就不会有同位置成本现象出现；如果实验 1 中发现的同位置成本现象来源于客体档案更新，即使消除掉线索和非靶项目间的意义关联，只要线索和靶子形式不变，依然能复制实验 1 的结果。实验 2 在实验 1 的基础上改变靶子屏中非靶项目的颜色，无论靶子颜色为红色或绿色，非靶项目皆为蓝色。这样，无论线索是“红”字或“绿”字，皆不与这个非靶项目具有一致的意义关联。如果实验 2 中出现了同位置成本现象，那么说明实验 1、实验 2 中的同位置成本现象可能来源于客体档案更新；如果实验 2 中未出现同位置成本现象，那么说明实验 1 中的同位置成本现象来源于基于非靶项目特征的抑制。

3.1 方法

3.1.1 被试

共 32 名（男性 9 人，女性 23 人）大学本科生和研究生参与了实验 2，年龄为 17~27 岁（18.8±2.2 岁）。其中 3 人为左利手，其他人为右利手。所有被试母语为汉语，视力或矫正视力正常，无色盲色弱。

3.1.2 实验设备、材料、程序与设计

与实验 1 不同的是，当靶子为红色或绿色方框时，非靶方框是蓝色的（RGB: 0 0 255），即在靶子屏中红色和绿色不会同时出现。其他同实验 1。

3.2 结果与分析

删除反应错误和反应时在平均数上下三个标准差外的试次，一共删除了 6.6 %的数据。对于反应时的重复测量方差分析表明线索有效性主效应显著，$F(1, 31) = 18.68, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.38$，出现在非线索位置靶子的反应（477 ms）总体慢于出现在线索位置的靶子的反应（462 ms），95% CID 为 8 ~ 22 ms。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 31) = 0.50, p = 0.49, \eta_p^2 = 0.02$。更为重要的是，二者的交互作用显著，$F(1, 31) = 72.18, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.70$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，线索无效时的反应（485 ms）慢于线索有效时的反应（455 ms），$F(1, 31) = 53.53, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.63$，95% CID 为 22 ~ 39 ms，表明此时出现了捕获效应；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的反应（468 ms）与线索有效时的反应（469 ms）无差异，$F(1, 31) = 0.02, p = 0.88, \eta_p^2 = 0.001$（见图 3）。同时，我们考察了靶子位置、靶子颜色与实验自变量的交互作用，发现均不显著，Fs ≤ 3.50, ps ≥ 0.07；靶子屏颜色特征在试次间的启动也与实验自变量没有显著的交互作用，Fs ≤ 3.55, ps ≥ 0.07。

另外，对正确率进行重复测量方差分析表明，线索有效性的主效应不显著，$F(1, 31) = 1.93, p = 0.18, \eta_p^2 = 0.06$。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 31) = 1.42, p = 0.24, \eta_p^2 = 0.04$。二者的交互作用显著，$F(1, 31) = 26.74, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.46$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，线索无效时的正确率（93.0 %）低于线索有效时的正确率（95.3 %），$F(1, 31) = 12.09, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.28$，95% CID 为-3.7 ~ -1.0 %；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的正确率（93.2 %）与线索有效时的正确率（92.5 %）无差异，$F(1, 31) = 0.99, p = 0.33, \eta_p^2 = 0.03$（见图 3）。经计算实验显著结果的统计功效均大于 0.95。

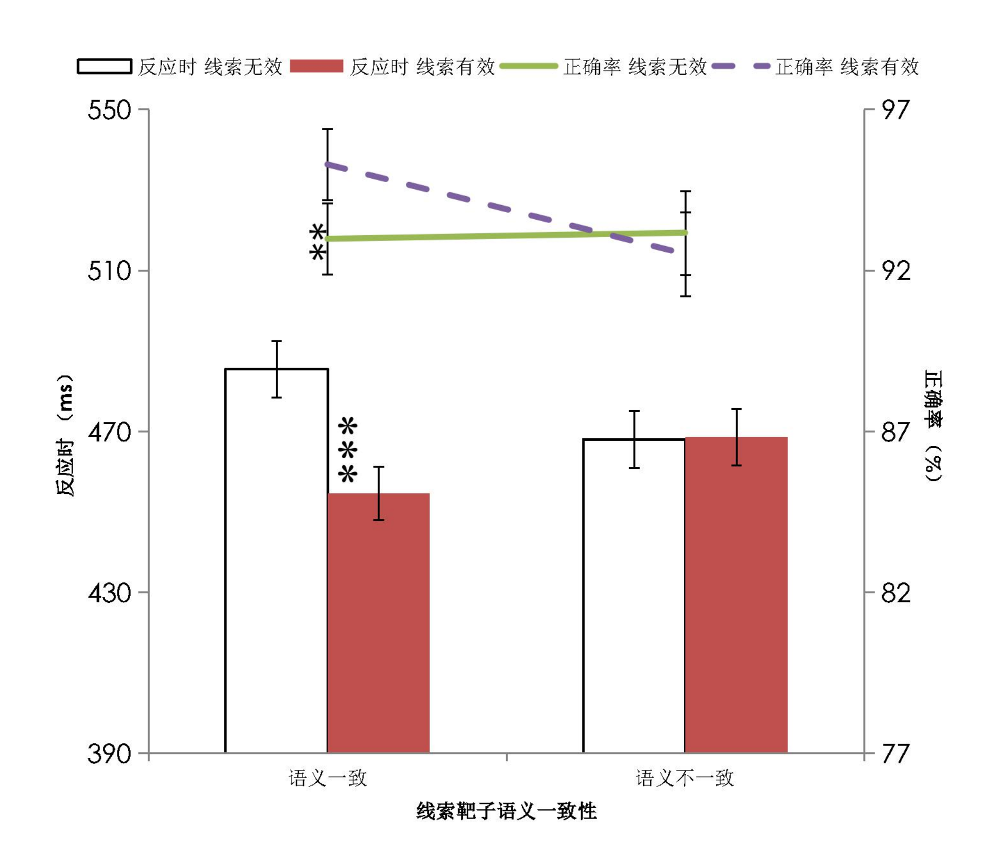


图 3. 实验 2 中线索有效性和线索靶子语义一致性的交互作用。当线索靶子语义一致时，线索无效时的反应慢于线索有效时的反应，线索无效时的正确率低于线索有效时的正确率；当线索靶子语义不一致时，线索无效时的反应与线索有效时的反应无差异，线索无效时的正确率与线索有效时的正确率无差异。

3.3 讨论

实验2在实验1的基础上通过改变非靶项目颜色使线索和非靶项目不具有可能的意义关联。结果发现，在线索靶子语义一致时出现了注意捕获现象，在线索靶子语义不一致时未出现同位置成本现象。实验 2 中线索和靶子的形式与实验 1 是完全相同的，如果实验 1 中的同位置成本现象来源于客体档案更新，那么实验 2 应该复制实验 1 的结果。然而实验 2 中未出现同位置成本现象，是因为线索和非靶项目间不再具有意义关联，线索不再受到基于非靶项目特征的抑制，因此出现在实验 1 中的同位置成本现象消失了。这样的结果支持受主观意图影响的特征抑制的观点，同时指出线索靶子语义不一致不是意义关联同位置成本现象出现的充分条件，线索与非靶项目间具有意义关联且抑制足够强大时同位置成本现象才可能出现。

实验 2 同实验 1 一样在线索靶子语义一致时出现了注意捕获现象且捕获程度相当，$t_{(60)} = 1.06$，$p = 0.29$，和王慧媛等（2018）发现的意义关联的注意捕获效应也一致（25 ms 左右），支持意义关联的注意捕获观点。

4 实验 3：靶子特征语义无关线索的基线实验

为了确保实验 1 和实验 2 中出现的注意定向效应是来源于对实验自变量的操纵，而非受到其他无关因素的干扰，实验 3 作为基线实验考察与靶子颜色语义无关的白色“黄”字对视觉空间注意定向的影响，靶子屏依然采用实验 1 和实验 2 中的形式。如果与靶子特征语义无关的线索导致了一定程度的注意定向效应，那么实验 1 和实验 2 中所发现的注意定向效应也应该包含一定的基线成分；如果实验 3 中未发现显著的注意定向效应，那么实验 1 和实验 2 中的注意定向效应应全部来源于其实验操纵，没有受到与靶子无关的线索的影响。

4.1 方法

4.1.1 被试

共 30 名（男性 13 人，女性 17 人）大学本科生参与了实验 3，年龄为 19~20 岁（19.3±0.5 岁）。其中 1 人为左利手，其他人为右利手。所有被试母语为汉语，视力或矫正视力正常，无色盲色弱。

4.1.2 实验设备、材料、程序与设计

实验 3 的线索为白色的“黄”字，靶子屏包括实验 1 与实验 2 的所有形式。两种颜色任务（红色任务和绿色任务）间顺序随机，每种任务的两种靶子屏条件（实验 1 靶子屏情况和实验 2 靶子屏情况）间顺序随机。对于每种靶子屏情况，采用单因素两水平的被试内实验设计，自变量为线索有效性，有线索无效和线索有效两种水平。其他同实验 1 和实验 2。

4.2 结果与分析

删除反应错误和反应时在平均数上下三个标准差外的试次，一共删除了 5.3 %的数据。表 1 呈现了两种靶子屏情况下线索有效性各水平的平均反应时和正确率。成对样本 t 检验表明，对于反应时，无论在哪种靶子屏情况下线索有效性的效应皆不显著，分别为在实验 1 靶子屏情况下，$t_{(29)} = -1.32, p = 0.20$，在实验 2 靶子屏情况下，$t_{(29)} = 0.36, p = 0.73$。同时，我们考察了靶子位置、靶子颜色在各靶子屏情况下与实验自变量的交互作用，发现均不显著，$F\text{s} \leq 2.02, p\text{s} \geq 0.17$；靶子屏颜色特征在试次间的启动也与实验自变量没有显著的交互作用，$F\text{s} \leq 3.05, p\text{s} \geq 0.09$。

另外，对于正确率的成对样本 t 检验表明，无论在哪种靶子屏情况下线索有效性的效应皆不显著，分别为在实验 1 靶子屏情况下，$t_{(29)} = 1.16, p = 0.26$，在实验 2 靶子屏情况下，$t_{(29)} = 0.55, p = 0.59$。

表 1 实验 3 中两种靶子屏情况下线索有效性各水平的平均反应时和正确率（M±SD）

		线索无效	线索有效
反应时	实验 1 靶子屏情况	463±53	467±51
	实验 2 靶子屏情况	458±50	457±50
正确率	实验 1 靶子屏情况	95.5±7.2	94.8±7.4
	实验 2 靶子屏情况	94.7±7.3	94.5±7.0

4.3 讨论

实验 3 结果发现，无论在哪种靶子屏情况下线索有效性的效应皆不显著。这说明，当线索与靶子语义无关时是不会导致注意增强或注意抑制现象发生的，实验 1 与实验 2 中注意定向效应的出现是源于对自变量的操纵，没有受到与靶子无关的线索的影响。同时，线索虽为突现刺激，可能具有自动捕获注意的潜在能力（Yantis & Jonides, 1984），但当靶子为颜色特征时，依然未能捕获注意，这与 Folk 等（1992）的结果一致，依然支持关联性的无意注意定向假说。

5 实验 4：基于可能靶子位置抑制的意义关联的同位置成本

同位置成本是位置特定的空间注意现象，线索和靶子间的位置关系会影响后续空间注意的分配（Eimer et al., 2009）。为了更细致地考察这一基于位置的视觉空间注意现象，实验 4 增加了线索可能出现的位置，考察线索出现在可能靶子位置（靶子可能出现的位置）和不可能靶子位置（靶子不可能出现的位置）时对注意选择的影响。实验假设如果对于靶子不一致线索的抑制受限于线索出现的位置，那么其出现在可能靶子位置和不可能靶子位置时对注意分配的影响会有所差异。

5.1 方法

5.1.1 被试

共 31 名（男性 15 人，女性 16 人）大学本科生和研究生参与了实验 4，年龄为 17~25 岁（18.3±1.3 岁）。其中 1 人为左利手，其他人为右利手。所有被试母语为汉语，视力或矫正视力正常，无色盲色弱。

5.1.2 实验设备、材料、程序与设计

在本实验中，中央注视加号上下左右各呈现一个方框，汉字线索随机出现在四个方框的某一个方框中。靶子屏中的左右两方框依然变为红色和绿色，上下两方框颜色不变。其他同

实验 1。

实验采用 3（线索有效性：线索无效-可能靶子位置、线索无效-不可能靶子位置和线索有效）×2（线索靶子语义一致性：语义一致，语义不一致）的被试内设计。

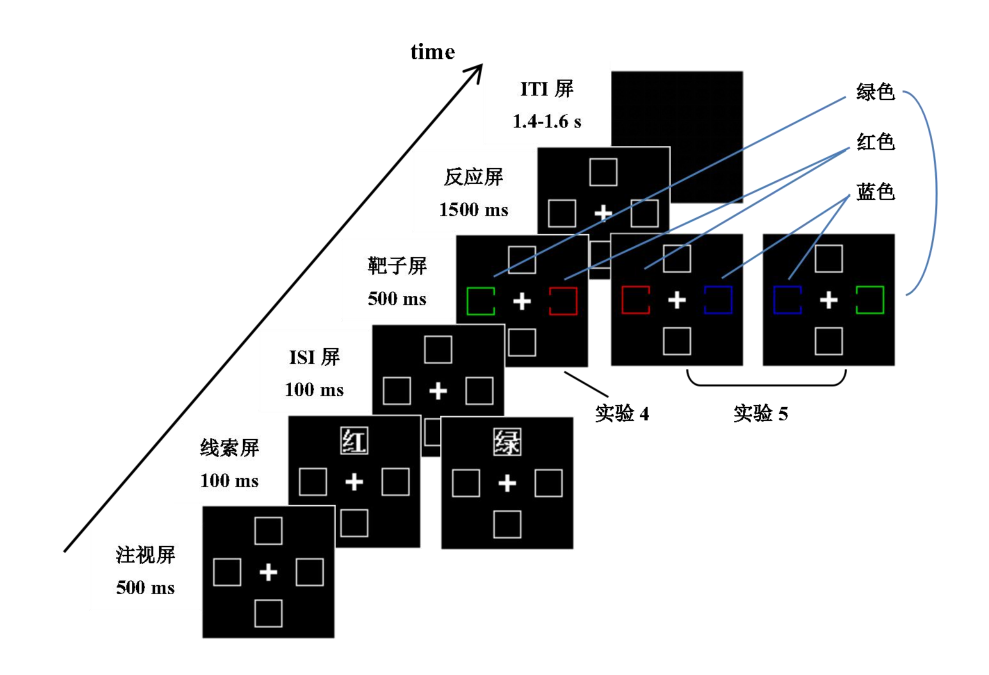


图 4. 实验 4 和实验 5 的一个典型试次。与实验 1 和实验 2 相比，实验 4 和实验 5 中中央注视加号周围呈现四个方框，线索随机出现在四个方框的某一个方框中。靶子屏中的左右两方框依然改变颜色，上下两方框不改变颜色，被试的任务分别与实验 1 和实验 2 相同。

5.2 结果与分析

删除反应错误和反应时在平均数上下三个标准差外的试次，一共删除了 10.2%的数据。对于反应时的重复测量方差分析表明线索有效性主效应显著，$F(2, 60) = 5.05$, $p = 0.009$, $\eta_p^2 = 0.14$，多重比较表明线索出现在不可能靶子位置线索无效时的反应（480 ms）总体慢于线索有效时的反应（472 ms），$p = 0.001$，其他条件间差异不显著，$ps \geq 0.13$。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 30) = 0.30$, $p = 0.59$, $\eta_p^2 = 0.01$。更为重要的是，二者的交互作用显著，$F(2, 60) = 28.11$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.48$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，三种线索有效性水平间差异显著，$F(2, 60) = 21.39$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.60$，具体表现为线索是否出现在可能靶子位置其线索无效时的反应（483 ms 和 486 ms）无差异，$p = 0.28$，且皆慢于线索有效时的反应（462 ms），$ps < 0.001$；当线索靶子语义不一致时，三种线索有效性水平间差异显著，$F(2, 60) = 10.87$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.27$，具体表现为线索出现在不可能靶子位置线索无效时的反应（478 ms）与线索有效时的反应（481 ms）无差异，$p = 0.19$，且皆

慢于线索出现在可能靶子位置线索无效时的反应（467 ms），$ps \le 0.001$（见图 5）。同时，我们考察了靶子位置、靶子颜色与实验自变量的交互作用，发现均不显著，$Fs \le 2.93$, $ps \ge 0.08$；靶子屏颜色特征在试次间的启动也与实验自变量没有显著的交互作用，$Fs \le 3.74$, $ps \ge 0.06$。

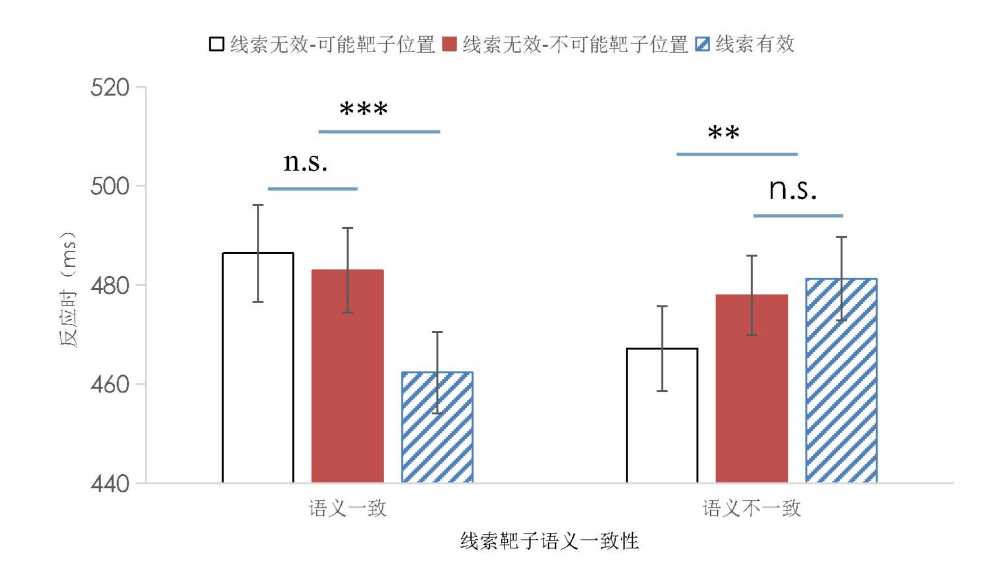


图 5. 实验 4 中线索有效性和线索靶子语义一致性的交互作用。当线索靶子语义一致时，线索是否出现在可能靶子位置其线索无效时的反应无差异，且皆慢于线索有效时的反应；当线索靶子语义不一致时，线索出现在不可能靶子位置线索无效时的反应与线索有效时的反应无差异，且皆慢于线索出现在可能靶子位置线索无效时的反应。

n.s.表示 $p > 0.05$，下同

另外，对正确率进行重复测量方差分析表明，线索有效性主效应不显著，$F(2, 60) = 3.74$, $p = 0.06$, $\eta_p^2 = 0.11$。线索靶子语义一致性的主效应显著，$F(1, 30) = 7.66$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.20$，语义一致时的正确率（92.8 %）总体高于语义不一致时的正确率（86.9 %），95% CID 为 1.6 ~ 10.4 %。二者的交互作用不显著，$F(2, 60) = 4.05$, $p = 0.053$, $\eta_p^2 = 0.12$。经计算实验显著结果的统计功效均大于 0.95。

5.3 讨论

实验 4 结果表明线索出现在可能靶子位置和不可能靶子位置时线索对注意选择的影响不同。当线索靶子语义一致时，线索出现在所有位置都会导致同等程度的注意捕获现象；当线索靶子语义不一致时，线索只有出现在可能靶子位置时才导致同位置成本现象，线索出现在不可能靶子位置时没有任何线索效应发生。由此可见，注意捕获的发生不限于线索的位置，只要线索和靶子具有一致的意义概念线索就会吸引注意；而同位置成本的发生仅限于线索出

现在靶子可能出现的位置，即使线索符合了抑制某种特征或概念的注意控制定势，其也要受到基于位置的限制。这意味着注意捕获和同位置成本的发生都受到自上而下的注意控制定势的影响，但在空间位置的要求上是不同的。

另外，在线索靶子语义不一致时，线索出现在不可能靶子位置线索无效时的反应与线索有效时的反应一致。由于关联性抑制的结果，线索有效时的反应是受到延长的，那么线索出现在不可能靶子位置线索无效时的反应也受到了延长。这表明出现在不可能靶子位置的线索没有受到抑制，因为如果某一位置受到抑制，其线索无效时的反应不应变长。可能的解释是，在线索靶子语义不一致条件下，靶子可能出现的位置会有一个抑制的初始状态，当线索未出现在可能靶子位置时，所有的可能靶子位置依然保持这种抑制状态；而当线索出现在某一可能的靶子位置上时，只这一位置受到抑制，另一可能靶子位置则解除了抑制。

6 实验 5：基于可能靶子位置抑制的意义关联同位置成本的消除

相比较于实验 4，实验 5 排除掉线索和非靶项目间的意义关联，并保持线索出现在不可能靶子位置上的可能。实验假设如果对于靶子不一致线索的抑制基于非靶特征，那么本实验不会出现同位置成本现象，也不会存在基于位置的差异性。

6.1 方法

6.1.1 被试

共 34 名（男性 11 人，女性 23 人）大学本科生和研究生参与了实验 5，年龄为 18~26 岁（20.5±2.3 岁）。其中 4 人为左利手，其他人为右利手。所有被试母语为汉语，视力或矫正视力正常，无色盲色弱。

6.1.2 实验设备、材料、程序与设计

与实验 4 不同的是，当靶子为红色或绿色方框时，非靶方框是蓝色的，即在靶子屏中红色和绿色不会同时出现。其他同实验 4。

6.2 结果与分析

删除反应错误和反应时在平均数上下三个标准差外的试次，一共删除了 3.7%的数据。对于反应时的重复测量方差分析表明线索有效性主效应显著，$F\,(2, 66) = 22.12, p < 0.001, \eta_p{}^2 = 0.40$，多重比较表明线索是否出现在可能靶子位置其线索无效时的反应（462 ms 和 460 ms）无差异，$p = 0.29$，且皆慢于线索有效时的反应（449 ms），ps < 0.001。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F\,(1, 33) = 0.20, p = 0.66, \eta_p{}^2 = 0.01$。更为重要的是，二者的交互作用显著，$F\,(2, 66) = 29.38, p < 0.001, \eta_p{}^2 = 0.47$。简单效应分析表明，当线索靶子语义一致时，三

种线索有效性水平间差异显著，$F(2, 66) = 35.42$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.52$，具体表现为线索是否出现在可能靶子位置其线索无效时的反应无差异（463 ms 和 465 ms），$p = 0.57$，且皆慢于线索有效时的反应（441 ms），$ps < 0.001$；当线索靶子语义不一致时，三种线索有效性水平间无差异，$F(2, 66) = 2.81$, $p = 0.07$, $\eta_p^2 = 0.08$（见图 6）。同时，我们考察了靶子位置、靶子颜色与实验自变量的交互作用，发现均不显著，$Fs \leq 1.58$, $ps \geq 0.21$；靶子屏颜色特征在试次间的启动也与实验自变量没有显著的交互作用，$Fs \leq 1.16$, $ps \geq 0.29$。

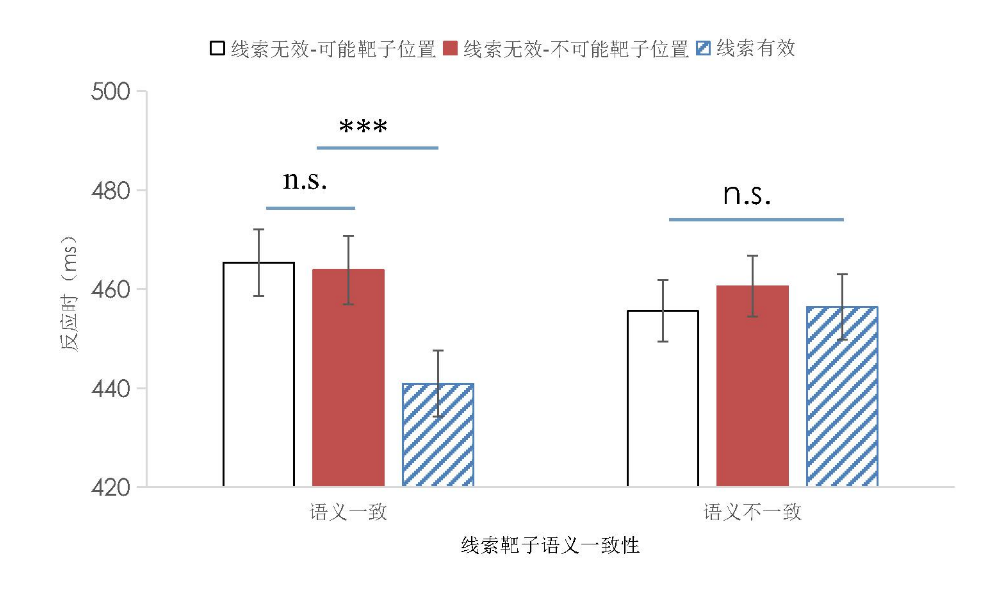


图 6. 实验 5 中线索有效性和线索靶子语义一致性的交互作用。当线索靶子语义一致时，线索是否出现在可能靶子位置其线索无效时的反应无差异，且皆慢于线索有效时的反应；当线索靶子语义不一致时，三种线索有效性水平间无差异。

另外，对正确率进行重复测量方差分析表明，线索有效性主效应显著，$F(2, 66) = 6.13$, $p = 0.02$, $\eta_p^2 = 0.16$，其中线索出现在不可能靶子位置时的线索无效反应正确率较高，$ps \leq 0.005$。线索靶子语义一致性的主效应不显著，$F(1, 33) = 3.83$, $p = 0.06$, $\eta_p^2 = 0.10$。二者的交互作用不显著，$F(2, 66) = 3.22$, $p = 0.08$, $\eta_p^2 = 0.09$。经计算实验显著结果的统计功效均大于 0.95。

6.3 讨论

实验 5 在排除掉线索和非靶项目的语义关联后，发现当线索靶子语义一致时线索出现在所有位置都会导致同等程度的注意捕获现象出现，当线索靶子语义不一致时线索出现在所有位置都没有产生任何效应。这说明当排除掉线索和非靶项目的意义关联后同位置成本现象消失，同时线索出现的位置对注意选择也没有影响。由此可见，注意捕获的发生依然不限于线

索的位置，只要线索和靶子具有一致的意义概念线索就会吸引注意；而当线索不再受到抑制时，其出现的位置也不再表现出差异，线索出现在任何位置都对注意选择不再产生影响。

7 总讨论

本研究通过 5 个实验，采用线索化范式建立线索和靶子及非靶项目间的意义关联，形成较强的注意抑制定势，探索基于抽象概念水平的同位置成本的出现条件及限制因素。实验 1 在相关研究的基础上增强了对于非靶项目特征的注意抑制定势，首次发现了意义关联的同位置成本现象。实验 2 在实验 1 的基础上排除了线索和非靶项目的意义关联，结果同位置成本现象消失，表明线索靶子语义不一致不是意义关联同位置成本出现的充分条件，而是需要基于非靶特征的注意抑制。实验 3 作为基线实验考察了与靶子颜色语义无关的线索对视觉空间注意定向的影响，结果发现无论在哪种靶子屏情况下线索有效性的效应皆不显著，说明实验 1 与实验 2 中注意定向效应的出现是源于对自变量的操纵，并未受到与靶子无关的线索的影响。实验 4 增加了出现在不可能靶子位置的线索，发现线索出现在可能靶子位置和不可能靶子位置时对注意分配的调节情况不同，表明同位置成本是基于可能靶子位置的位置特定的注意现象，即使线索符合了抑制某种特征的注意控制定势，也要受到基于位置的限制。实验 5 在实验 4 的基础上排除了线索和非靶项目的意义关联，同位置成本现象消失且不受线索位置的影响。相关研究多关注项目间的知觉关联对空间注意分配的影响，发现和靶子特征一致的项目能够吸引注意，与靶子特征不一致的项目会受到抑制（Lamy et al., 2004; Eimer et al., 2009; Carmel & Lamy, 2014; Harris et al., 2023）。本研究首次发现了意义关联的同位置成本现象，表明这一空间注意现象可以发生在抽象的意义概念水平，是基于非靶特征及可能靶子位置的注意抑制的结果。

7.1 不能解释意义关联同位置成本的一些观点

本研究中发现的同位置成本现象不是不一致线索位置信息的客体档案更新的结果。因为无论线索和非靶特征是否一致，不一致条件下线索和靶子的身份和特征都是相同的，如果是客体档案更新的作用，那么这两种情况下的结果应该是一致的。但很明显，事实并非如此（实验 1 和实验 2 的差异）。实际上，无论线索和靶子语义是否一致，二者在属性上皆是不一致的，如果客体档案更新起作用，那么所有条件下都应出现同位置成本现象，而事实上并非如此（线索靶子语义一致时出现注意捕获）。也有研究者指出，一些同位置成本的结果是无法通过客体档案更新观点来解释的，而更可能是来源于注意性因素（Schoeberl et al., 2018）。如 Schoeberl 等（2018）要求被试搜索最高或最低的空间频率，以创建一种关系型的注意控

制定势（Becker, 2010; Becker et al., 2010, 2013），即某一频率虽然与靶子频率一致，但由于不是最高或最低的频率，不符合当前的注意控制定势而成为关系上非匹配的线索。结果在这种情况下出现了同位置成本现象。根据客体档案更新观点，此时这个关系上与靶子不匹配的线索与靶子频率一致，不需要进行工作记忆上的更新，因此不应有同位置成本现象出现。Ansorge 和 Schoeberl（2017）也发现在进行关系型的搜索时，与靶子特征相同的非匹配线索依然产生了同位置成本。另外，如果客体档案更新观点成立，客体档案更新的程度应该与同位置客体变化的程度（线索靶子间的相似性）相关，即客体变化程度越大（线索靶子越不相似）同位置成本越显著。然而结果发现同位置成本不受线索和靶子间相似程度的影响，并且和匹配条件下的线索效应呈正相关，这将同位置成本的来源指向了注意性因素。此外，Schoeberl 等（2018）基于颜色的实验发现当只有线索圆圈变化颜色、其他非线索圆圈保持灰色（颜色同质条件）时，非匹配线索导致了同位置成本现象；然而当所有线索屏圆圈皆变化一定颜色（颜色异质条件）时，非匹配线索却导致了注意捕获现象。客体档案更新观点可以解释前者，即线索有效时其位置客体因更新颜色导致了对靶子反应的减慢，但这一观点不能解释后者，因为所有位置客体颜色都发生了变化，所有位置的反应都应受到相应的延迟，因而不应有线索效应出现。

其次，意义关联的同位置成本的来源应该不是注意被语义不一致线索捕获后又快速脱离的结果。对于显著刺激不能吸引注意的现象存在着不同的解释，其中 Theeuwes（2004, 2010）提出了注意的快速脱离假说（rapid disengagement hypothesis）。他认为显著的刺激依然会首先自动吸引注意至其位置，后续的反应才会受到当前任务或主观意图的影响。当注意的刺激符合当前的注意控制定势或恰好为要操作的靶子时，这一刺激便会获得快速加工以提高效率；当这一刺激不符合当前的注意控制定势或为要忽略的分心物时，注意便会从这一位置迅速脱离并快速指向真正的靶子。在线索与靶子呈现的时间间隔（the stimulus onset asynchrony, SOA）较短（约 50 ms）时，已吸引注意的不匹配线索会延迟对靶子的搜索；而当 SOA 较长（长于 100 ms）时，注意已经在这一时间段内从线索位置脱离，因此不匹配线索不会影响对后续靶子的反应（Theeuwes et al., 2010）。本研究中线索靶子间的 SOA 为 200 ms，早已超出了不匹配线索可能影响后续靶子的时间范围，即使不匹配线索由于其自身显著性吸引了注意，但注意也早已从这个位置脱离并对靶子进行正常的搜索。此外，从时程上看，快速脱离假说也不符合同位置成本现象的发生特点。如果注意的快速脱离导致了同位置成本，那么这一现象应该随着线索靶子 SOA 的增长而逐渐减小。而实际上，同位置成本现象在 150~200 ms 范围内是最明显的，过短的或过长的 SOA 下同位置成本会减小甚至消失（Lamy et al., 2004;

Eimer et al., 2009; Carmel & Lamy, 2014）。

最后，有研究者认为在某些条件下与注意控制定势无关的显著特征独子会受到主动抑制而不会捕获注意（Gaspelin & Luck, 2019; Luck et al., 2020）。如果分心物以更高的概率出现在某个位置，那么在这个位置上注意的捕获更少、选择的概率更低（Wang & Theeuwes, 2018），同时也会诱发信号抑制的 P_D 成分（Gaspelin & Luck, 2018; Wang et al., 2019）。也有研究认为，对频繁分心物位置的注意抑制可以通过基于特征的注意来建立（Kerzel & Huynh Cong, 2021）。在本研究中，线索出现的位置是随机的，不存在统计学习的过程，因此实验中发现的同位置成本不可能是不匹配线索信号抑制的结果。另外，本研究中的线索屏除线索外不存在其他客体，因此同位置成本也不可能是上下文线索捕获注意的结果（Schönhammer et al., 2020; Kerzel & Burra, 2020）。

7.2 意义关联同位置成本现象源于对非靶特征及可能靶子位置的注意抑制

本研究结果支持同位置成本是受当前注意控制定势影响的基于特征或概念的注意抑制的结果。在任务相同的情况下，当线索与非靶项目具有语义关联时出现了同位置成本，而在排除了二者的语义关联后同位置成本消失。在许多知觉水平的研究中，导致同位置成本现象发生的线索虽然与靶子特征不一致，但是和搜索范围内某一非靶特征是一致的（Eimer et al., 2009; Carmel & Lamy, 2014）。被试在搜索某一特征的情况下，还可能持有抑制搜索范围内不一致特征的注意控制定势，这一定势越强烈不一致线索受到抑制的可能性就越大。在知觉水平的空间注意调节上，被试可以抑制多个不相关的特征，项目只符合其中一种其抑制效果便可在反应时上表现出来。在抽象的概念意义水平上，在类似的搜索范围内，和靶子意义一致的项目能够吸引注意，与靶子意义不一致的项目并没有表现出显著的抑制效果，同时也指出意义概念水平的空间注意分配形式虽与特征知觉水平的相似，但其程度有所下降（王慧媛等, 2018）。因此有可能的是，已有的意义水平的相关研究在抑制不一致线索的注意控制定势上还没有达到足够的强度，因此不足以表现出同位置成本现象。本研究在维持和相关研究相同的实验设计和任务下减少搜索项目数量，只保留唯一的非靶项目，保证被试持有最强烈的抑制靶子不一致特征的注意控制定势，结果发现了意义关联的同位置成本现象。可以看出，意义水平同位置成本的发生需要更强烈的注意控制定势，其发生条件要比知觉水平的更严格。

Carmel 和 Lamy（2014）研究最重要的实验 3 中，在连续客体条件下出现了同位置成本现象，在不连续客体条件下同位置成本现象消失，研究者认为二者在同位置成本上的差异是源于是否存在连续的需要更新已存储信息的客体。实际上，基于非靶特征的抑制观点也能解释这些结果。在连续客体条件下，由于有占位符的存在，颜色不一致线索和靶子不会以突现

的形式呈现，二者不存在共同的属性，因此不会产生关联性的注意捕获，仅表现出了同位置成本现象。而在不连续客体条件下，颜色不一致线索和靶子都以突现的形式出现，可能导致了关联性的注意捕获，同时线索又总是和某个非靶项目的颜色相同而受到了注意抑制，因此注意捕获和特征抑制相互抵消，导致在结果上效应减小甚至消失。另外，在不连续客体条件下，只有在线索靶子 SOA 为 150 ms 时才出现了显著的同位置成本，而随着 SOA 的增长，同位置成本减少甚至消失，这可能是由于线索靶子 SOA 超过了同位置成本出现的最佳时间（Lamy et al., 2004; Eimer et al., 2009）。Harris 等（2023）使用相似的范式得到了比较一致的结果，与靶子颜色一致的线索导致了注意捕获，诱发了 N2pc，随后诱发了 P_D；与非靶项目颜色一致的线索导致了同位置成本，没有诱发 N2pc，随后诱发了较小的 P_D。Goller 等（2020）的研究也发现不匹配的线索要么没有诱发 N2pc，要么诱发了 P_D。但是，Harris 等（2023）认为非靶一致线索诱发的 P_D 和同位置成本呈负相关不符合基于特征的注意抑制观点，他们更倾向于客体档案更新观点，并试图解释为对非靶一致线索信号的注意抑制削弱了这些刺激的表征以使其更易更新。但实际上，这一解释不能否定抑制的存在，甚至还需要利用注意抑制去解释可能存在的客体档案更新。

另外，为了探究意义关联同位置成本的位置特异性，研究考察了线索出现在可能靶子及不可能靶子位置时对空间注意分配的影响情况。结果发现语义一致线索在所有情况下都同等程度的捕获注意，而语义不一致线索仅在与非靶项目语义一致时在可能靶子位置导致同位置成本，其他情况下没有显著的线索效应出现。结合本研究所有的实验结果，我们认为意义关联的同位置成本现象是基于对非靶特征及可能靶子位置的注意抑制的结果。“对非靶特征的抑制”及“对可能靶子位置的抑制”是同位置成本现象出现的两个必要条件，意义关联的同位置成本现象是同时满足对于非靶特征意义关联及可能靶子位置注意抑制的结果，缺少任意一个条件同位置成本现象都不会出现。需要注意的是，当线索出现在不可能靶子位置时是没有线索有效反应的，在获得线索效应时减去的都是线索出现在可能靶子位置时的线索有效反应时，因此得到的线索效应也是一种估计。但从反应时上可看出，当非靶项目一致线索出现在不可能靶子位置时，线索无效条件下的反应和出现同位置成本时的反应一样是受到延迟的。因此推测，对于与靶子语义不一致但与非靶项目语义一致的线索，其可能出现的靶子位置一直处于抑制状态，直到其出现在某一可能靶子位置上，这一位置才出现了位置特定的同位置成本现象，同时另一可能靶子位置的抑制解除。有研究表明，分心物的抑制程度随靶子和分心物接近程度的增加而增加，这就导致了对靶子附近呈现的分心物的抑制最强，对分心物附近呈现的靶子的选择最弱（Feldmann-Wöstefeld et al., 2021），这在一定程度上解释了同位

置成本的位置特定的特点（Eimer et al., 2009）。而对于线索靶子语义一致的线索，没有在已有反应时上发现存在基于位置的差异性，说明注意的选择与抑制虽然都受自上而下的注意控制定势影响，但在空间的分配上是有差异的，这值得进行更深入的探索。当然，这些推论都是基于现有反应时上的分析，后续还可以通过注意选择及抑制的脑电指标更直接地考察不同位置线索的注意调节情况。

7.3 总结和展望

本研究是据我们所知首次发现的意义关联的同位置成本现象，并认为这一现象是基于非靶特征及可能靶子位置的注意抑制的结果，支持 Lamy 等（2004）的基于特征抑制的观点，不支持 Carmel 和 Lamy（2014）的客体档案更新观点及注意快速脱离、信号抑制等观点。当被试寻找某种特征属性时，与其一致的意义概念便会被激活，因此相应的线索能够吸引注意并导致了意义关联注意捕获的发生；当被试持有抑制某一特征属性的注意控制定势时，与这一特征属性一致的意义概念也会得到激活并使其相应的线索受到抑制，此时意义关联的同位置成本现象便发生了。无论是搜索还是抑制某一特征属性，与之一致的意义概念能够被激活，并根据当前的任务要求适当地调节空间注意分配。本研究的结果表明，属性概念语义激活对空间注意的影响是有条件的，即这一过程仅在概念与目标相关或符合当前注意控制定势时才能够发生。有研究发现，语义激活的影响并非是自动发生的，任务无关刺激的语义分析受到基于特定特征的注意分配的调节，只有选择性关注的刺激信息才会影响后续的任务加工，在这一过程中任务定势起到了重要作用（Spruyt et al., 2009; Kiefer et al., 2019; Besner & Young, 2024）。在结果上负性特征线索的抑制效应受当前任务需求的影响（Forstinger et al., 2022; Forstinger & Ansorge, 2024），非匹配条件下的抑制效应和匹配条件下的注意增强呈正相关（Ansorge & Schoeberl, 2017），这些结果将同位置成本现象的来源都指向了注意性因素。基于特征的注意能够引导注意抑制，就像它能够引导注意增强一样（Kerzel & Huynh Cong, 2021）。另外，有研究发现意识对基于特征的注意选择有不同的作用，意识感知能够调节视觉特征的选择增强，而这些特征的抑制在很大程度上与意识无关（Travis et al., 2019）。意识与基于特征注意选择的交互作用可以作为未来深入研究的内容。

已有研究表明，语义关联的注意捕获和知觉关联的注意捕获具有捕获形式上的相似性和捕获程度上的相异性，和靶子关联项目的知觉表征及意义概念能够双向激活，吸引注意的优先级获得提高，继而指导视觉空间的注意转移（王慧媛等, 2018）。由本研究的结果可见，与靶子特征不一致的项目导致的同位置成本现象也表现出了相同的趋势，即语义关联的注意抑制和知觉关联的注意抑制具有抑制形式上的相似性和抑制程度上的相异性，具体表现为同

位置成本现象依然可以发生在抽象的意义概念水平上，只是相对于知觉关联的同位置成本现象，意义关联的同位置成本现象需要更强的注意抑制定势。需要特别强调的是，线索靶子语义不一致不是意义关联同位置成本现象出现的充分条件，而线索与非靶项目语义一致是意义关联同位置成本现象出现的必要条件。所以，意义关联同位置成本现象的出现至少需要满足两个条件，一是线索与非靶项目语义一致，二是基于非靶项目特征的注意抑制定势足够强。当被试需抑制三个非靶特征时，意义关联的同位置成本现象还不足以出现（王慧媛等, 2018），而只需抑制唯一一个非靶特征时注意抑制定势已达到足够强度，所以意义关联的同位置成本现象得以出现（本研究）。本研究支持并发展了关联性的无意注意定向假说（Folk et al., 1992），指出注意控制定势不仅能够影响知觉关联的注意定向，还能影响意义关联的注意定向，不仅能够导致关联一致项目的注意增强（注意捕获），还能导致关联不一致项目的注意抑制（同位置成本），其适用范围拓展至了不同维度和不同方向。

项目的意义，这一不显著的高水平属性会影响视觉空间的注意分配（Shomstein et al., 2019）。即使没有去有意地注意，人类的感知和认知系统也会对语义不一致非常敏感（Spilcke-Liss et al., 2019）。有研究表明，语义信息无论作为搜索目标还是竞争的分心物都会第一时间吸引注意，这一过程与低水平的视觉显著性无关（Cimminella et al., 2020）。在真实世界场景中，项目的语义信息也在引导注意方面发挥着关键作用，语义相关的场景区域会得到更多的关注（Hayes & Henderson, 2021），而与任务无关的场景的语义信息也能够无意地指导场景中的外显注意，其作用显著高于场景中图像的显著性（Hayes & Henderson, 2019）。当然，也有研究认为语义不一致或违反语义关系不会自动吸引注意（Furtak et al., 2020; Doradzińska et al., 2022）。本研究发现，项目间的语义性意义关联能够调节当前的空间注意分配。当项目符合靶子的特征或概念时能够吸引注意，当符合非靶特征或概念时会受到抑制。相对于知觉水平的空间注意调节，意义水平的空间注意调节的条件要更严格、程度也更有限。因此，探究意义水平的注意调节的出现边界也是未来研究的内容。另外，有研究者指出要充分理解语义信息是如何调节现实世界注意的，不能仅仅研究孤立的视觉。现实世界提供了所有感觉上的语义信息，这些巨大的信息也带来了更大的复杂性。因此，研究跨模态的语义引导注意问题也是十分必要的（Wegner-Clemens et al., 2024）。

8 结论

（1）同位置成本现象可以发生在抽象的意义概念水平，受当前的注意控制定势影响；

（2）相对于知觉关联的同位置成本现象，意义关联的同位置成本现象需要更强的注意

抑制定势；

（3）意义关联的同位置成本来源于对非靶特征的抑制，但仅限于可能靶子位置。

参考文献

Ansorge, U., & Schoeberl, T. (2017). Attention and suppression: Awareness-independent same-location costs in relational and feature search for spatial frequency targets. *Journal of Vision (Charlottesville, Va.), 17*(10), 943.

Becker, S. I. (2010). The role of target-distractor relationships in guiding attention and the eyes in visual search. *Journal of Experimental Psychology: General, 139*(2), 247–265.

Becker, S. I., Folk, C. L., & Remington, R. W. (2010). The role of relational information in contingent capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 36*(6), 1460–1476.

Becker, S. I., Folk, C. L., & Remington, R. W. (2013). Attentional capture does not depend on feature similarity, but on target-nontarget relations. *Psychological Science, 24*(5), 634 – 647.

Besner, D., & Young, T. (2024). On the relationship between spatial attention and semantics in the context of a stroop paradigm. *Attention, Perception & Psychophysics, 86*(5), 1521–1530.

Carmel, T., & Lamy, D. (2014). The same-location cost is unrelated to attentional settings: An object-updating account. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance, 40*(4), 1465–1478.

Cimminella, F., Sala, S. D., & Coco, M. I. (2020). Extra-foveal processing of object semantics guides early overt attention during visual search. *Attention, Perception and Psychophysics, 82*(2), 655–670.

Dampuré, J., Ros, C., Rouet, J. F., & Vibert, N. (2014). Task-dependent sensitisation of perceptual and semantic processing during visual search for words. *Journal of Cognitive Psychology, 26*(5), 530–549.

Doradzińska, Ł., Furtak, M., & Bola, M. (2022). Perception of semantic relations in scenes: A registered report study of attention hold. *Consciousness and Cognition, 100*(c), 103315.

Eimer, M. & Kiss, M. (2008). Involuntary attentional capture is determined by task set: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*(8), 1423–1433.

Eimer, M., Kiss, M., Press, C., & Sauter, D. (2009). The roles of feature specific task set and bottom-up salience in attentional capture: An ERP study. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 35*(5), 1316–1328.

Feldmann-Wöstefeld, T., Weinberger, M., & Awh, E. (2021). Spatially guided distractor suppression during visual search. *The Journal of Neuroscience, 41*(14), 3180–3191.

Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional

control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 18*(4), 1030–1044.

Forstinger, M., & Ansorge, U. (2024). Top-down suppression of negative features applies flexibly contingent on visual search goals. *Attention, Perception & Psychophysics, 86*(4), 1120–1147.

Forstinger, M., Gruener, M., & Ansorge, U. (2022). Unseeing the white bear: Negative search criteria guide visual attention through top-down suppression. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance, 48*(6), 613–638.

Furtak, M., Doradzińska, Ł., Ptashynska, A., Mudrik, L., Nowicka, A., & Bola, M. (2020). Automatic attention capture by threatening, but not by semantically incongruent natural scene images. *Cerebral Cortex, 30*(7), 4158–4168.

Gaspelin, N., & Luck, S. J. (2018). Combined electrophysiological and behavioral evidence for the suppression of salient distractors. *Journal of Cognitive Neuroscience, 30*(9), 1265–1280.

Gaspelin, N., & Luck, S. J. (2019). Inhibition as a potential resolution to the attentional capture debate. *Current Opinion in Psychology, 29*, 12–18.

Goller, F., Schoeberl, T., & Ansorge, U. (2020). Testing the top - down contingent capture of attention for abrupt - onset cues: Evidence from cue - elicited N2pc. *Psychophysiology, 57*(11), e13655.

Goodhew, S. C., Kendall, W., Ferber, S., & Pratt, J. (2014). Setting semantics: conceptual set can determine the physical properties that capture attention. *Attention, Perception, & Psychophysics, 76*(6), 1577–1589.

Harris, A. , Bradley, C. , Yoo, S. , & Mattingley, J. (2023). Neurophysiological evidence against attentional suppression as the source of the same-location cost in spatial cueing. *Attention, Perception, & Psychophysics, 85*(2), 284–292.

Hayes, T. R., & Henderson, J. M. (2019). Scene semantics involuntarily guide attention during visual search. *Psychonomic Bulletin & Review, 26*(5), 1683–1689.

Hayes, T. R., & Henderson, J. M. (2021). Looking for semantic similarity: What a vector-space model of semantics can tell us about attention in real-world scenes. *Psychological Science, 32*(8), 1262–1270.

Huang, W. Y., Su, Y. L., Zhen, Y. F., & Zhe, Q. (2016). The role of top-down spatial attention in contingent attentional capture. *Psychophysiology, 53*(5), 650–662.

Kahneman, D., & Treisman, A. (1984). *Changing views on automaticity*. In R. Parasuraman & R. Davies (Eds.), Varieties of attention (pp. 29–62).New York, NY: Academic Press.

Kerzel, D., & Burra, N. (2020). Capture by context elements, not attentional suppression of distractors, explains the pd with small search displays. *Journal of Cognitive Neuroscience, 32*(6), 1170–1183.

Kerzel, D., & Huynh Cong, S. (2021). Statistical regularities cause attentional suppression with target-matching distractors. *Attention, Perception & Psychophysics, 83*(1), 270–282.

Kiefer, M., Trumpp, N. M., Schaitz, C., Reuss, H., & Kunde, W. (2019). Attentional modulation of masked semantic priming by visible and masked task cues. *Cognition, 187*, 62–77.

Lamy, D., Leber, A., & Egeth, H. E. (2004). Effects of task relevance and stimulus-driven salience in feature-search mode. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 30*(6), 1019–1031.

Luck, S. J., and Hillyard, S. A. (1994). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology 31*, 291–308.

Luck, S. J., Gaspelin, N., Folk, C. L., Remington, R. W., & Theeuwes, J. (2020). Progress toward resolving the attentional capture debate. *Visual Cognition, 29*(1), 1–21.

Pashler, H. E. (1988). Cross-dimensional interaction and texture segregation. *Perception & Psychophysics, 43*(4), 307–318.

Schoeberl, T., Ditye, T., & Ansorge, U. (2018). Same-location costs in peripheral cueing: The role of cue awareness and feature changes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 44*(3), 433–451.

Schönhammer, J. G., Becker, S. I., & Kerzel, D. (2020). Attentional capture by context cues, cot inhibition of cue singletons, Explains Same Location Costs. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 46*(6), 610–628.

Seidl-Rathkopf, K. N. , Turk-Browne, N. B. , & Kastner, S. (2015). Automatic guidance of attention during real-world visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics, 77*(6), 1881–1895.

Shomstein, S., Malcolm, G. L., & Nah, J. C. (2019). Intrusive effects of task-irrelevant information on visual selective attention: Semantics and size. *Current Opinion in Psychology, 29*, 153–159.

Spilcke-Liss, J., Zhu, J., Gluth, S., Spezio, M., & Gläscher, J. (2019). Semantic incongruency interferes with endogenous attention in cross-modal integration of semantically congruent objects. *Frontiers in Integrative Neuroscience, 13*, 53.

Spruyt, A., Houwer, J. D., & Hermans, D. (2009). Modulation of automatic semantic priming by feature-specific attention allocation. *Journal of Memory and Language, 61*(1), 37–54.

Theeuwes, J. (1991). Cross-dimensional perceptual selectivity. *Perception & Psychophysics, 50*(2), 184–193.

Theeuwes, J. (1993). Visual selective attention: A theoretical analysis. *Acta Psychologica, 83*(2), 93–154.

Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*(1), 65–70.

Theeuwes, J. (2010). Top–down and bottom–up control of visual selection. *Acta Psychologica, 135*(2), 77–99.

Travis, S. L., Dux, P. E., & Mattingley, J. B. (2019). Neural correlates of goal-directed enhancement and suppression of visual stimuli in the absence of conscious perception. *Attention, Perception & Psychophysics, 81*(5), 1346–1364.

Wang, B., & Theeuwes, J. (2018). How to inhibit a distractor location? Statistical learning versus active, top-down suppression. *Attention, Perception, & Psychophysics, 80*(4), 860–870.

Wang, B., van Driel, J., Ort, E., & Theeuwes, J. (2019). Anticipatory distractor suppression elicited by statistical regularities in visual search. *Journal of Cognitive Neuroscience, 31*(10), 1535–1548.

Wang, H. Y., Sui, J., & Zhang, M. (2018). Attentional capture is contingent on attentional control setting for semantic meaning: Evidence from modified spatial cueing paradigm. *Acta Psychologica Sinica, 50*(10), 1071–1082.

[王慧媛, 隋洁, 张明. (2018). 语义关联的注意捕获——来自线索化范式的证据. *心理学报, 50*(10), 1071–1082.]

Wegner-Clemens, K., Malcolm, G. L., & Shomstein, S. (2024). Predicting attentional allocation in real-world environments: The need to investigate crossmodal semantic guidance. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science, 15*(3), e1675.

Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10*(5), 601–621.

The same location cost is contingent for meaning: Suppression based on nontarget features and possible target positions

WANG Huiyuan[1]; GAO Yulin[1]; ZHANG Ming[2, 3]

([1] Department of Psychology, Jilin University, Changchun 130012, China)

([2] Department of Psychology, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China)

([3] School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract

The same location cost refers to the slower responses of the valid cues compared with the responses of the invalid cues when the features of the cues and the targets are inconsistent. One hypothesis explaining the same location cost is feature-based suppression. The distractors with target features captured attention, whereas the irrelevant feature singletons led to the same location cost; this means that participants suppress feature singletons that do not match the target, causing delayed attentional allocation to this location. The other hypothesis is object updating, which suggests that the cues and the target with inconsistent features appearing in the same location are viewed as an object with changing features, and the delayed response to the target reflects the time cost of updating information on the changing object. However, whether the same location cost can occur at the level of abstract conceptual meaning remains to be studied. Here, we examined the conditions and factors for the occurrence of the same location cost contingent for meaning to determine the mechanism of spatial attentional allocation.

A modified spatial cuing paradigm was employed in the current study. For each trial, the fixation display included central fixation and two peripheral boxes presented for 500 ms, the cue display was presented for 100 ms, after which the fixation display was presented again for 100 ms, and finally, the target display was presented for 500 ms. In our research, the semantic congruency between cues and targets, the semantic congruency between cues and nontarget items, and the locations of cues were manipulated. The cue effect is the difference between the response of the target when it does not appear at the position of the cue and the response when it appears at the

position of the cue and serves as an indicator of the cue regulating spatial attention.

Experiment 1 established the attentional inhibition setting for cues that were semantically consistent with nontarget features, and for the first time, we discovered the same location cost contingent for meaning. Experiment 2 excluded the semantic contingency between cues and nontarget items on the basis of Experiment 1, and the same location cost disappeared, indicating that the same location cost required attentional suppression on the basis of nontarget features. As a baseline experiment, Experiment 3 examined the impact of cues that were semantically unrelated to the target colour on visual spatial attentional orientation and revealed that the effects of cue validity were not significant under any target display conditions. Experiment 4 revealed that attentional allocation was different when cues appeared at possible and impossible target positions, with only the same location cost occurring when cues appeared at possible target positions. Experiment 5 excluded the meaningful contingency between cues and nontarget items based on Experiment 4, and the same location cost disappeared without being affected by the location of cues.

To our knowledge, we have discovered for the first time the same location cost contingent for meaning and clarified its mechanism of occurrence. It is concluded that (1) the same location cost can occur at the level of abstract conceptual meaning, contingent on the current attentional control setting, which is strong enough; (2) when participants hold a strong attentional control setting that suppresses a certain feature or concept, objects that are consistent with that feature or concept will be suppressed; and (3) the same location cost contingent for meaning comes from the suppression of nontarget features but is limited to possible target locations and exhibits location-based specificity.

Keywords meaningful contingency, same location cost, attentional control setting, attentional capture, attentional inhibition